



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 44 22 825 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
H 01 L 27/148

⑯ Aktenzeichen: P 44 22 825.2
⑯ Anmeldetag: 29. 6. 94
⑯ Offenlegungstag: 12. 1. 95

DE 44 22 825 A 1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
30.06.93 KR 93-12224

⑯ Erfinder:
Lee, Woon-kyung, Seoul/Soul, KR

⑯ Anmelder:
Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, KR

⑯ Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pellmann, H., Dipl.-Ing.; Grams,
K., Dipl.-Ing.; Link, A., Dipl.-Biol. Dr., 80336
München; Polte, W., Dipl.-Ing.Univ. Dr.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 87600 Kaufbeuren

⑯ Ladungskopplungs-Festkörperbildsensor

⑯ Ein Festkörperbildsensor, dessen Photoempfindlichkeit durch Ändern der Anordnungen von Flächen photoelektrischer Wandler und von entsprechenden Mikrolinsen verbessert ist, enthält eine Bildelementeanordnung, in der Bildelemente in einer ersten und einer zweiten Spalte wiederholt gegeneinander versetzt aufgereiht sind, und Fokussievorrichtungen, die jeweils direkt über dem Lichtaufnahmebereich eines jeweiligen Bildelementes geformt sind, um die Photoempfindlichkeit des jeweiligen Bildelementes zu erhöhen, wobei dadurch das auf die das Licht nicht aufnehmenden Bereiche fallende Licht auf den Lichtaufnahmebereich fokussiert und damit die Photoempfindlichkeit außerordentlich erhöht wird.

DE 44 22 825 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 062/852

13/28

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Ladungskopplungsbzw. CCD-Festkörperbildsensor und insbesondere auf eine Anordnung einer Mikrolinse und eines Lichtaufnahmebereichs des Festkörperbildsensors für das Vergrößern einer nutzbaren Fokussierfläche.

In einem Festkörperbildsensor ist als ein Bildelement eine Abbildungsfläche geformt, die aus einer Festkörpervorrichtung besteht, die die Funktion zur photoelektrischen Umwandlung zu einer Signalladung hat. Der Sensor setzt die in einem jeweiligen Bildelement gesammelte Signalladung in ein elektrisches Signal um, wodurch Bildinformationen in elektrische Signale umgesetzt werden.

Die Sensoren sind abhängig von dem Abtastverfahren für das Auslesen der Signale aus dem einzelnen Bildelementen grob in zwei Arten zu unterteilen. Die eine Art ist ein Festkörperbildsensor, bei dem ein XY-Adressensystem angewandt wird, während bei der anderen Art ein Signalübertragungssystem angewandt wird. Aus dem Festkörperbildsensor mit dem XY-Adressensystem wird ein Ausgangssignal durch selektives Auslesen einer Signalladung aus einem jeweiligen Bildelement erhalten. Im Handel ist ein derartiger Metalloxydhalbleiter- bzw. MOS-Festkörperbildsensor erhältlich. Demgegenüber wird in einem Festkörperbildsensor mit einem Signalübertragungssystem gleichzeitig ein alle Bildelemente darstellendes Signal zu einer Ladungskopplungsvorrichtung CCD übertragen. Das Signal wird dann seriell ausgelesen. Solche Ladungskopplungs- bzw. CCD-Festkörperbildsensoren stellen den Hauptteil der Sensoren mit einem Signalübertragungssystem dar.

Die CCD-Festkörperbildsensoren können in Abhängigkeit von dem Übertragungssystem weiter in zwei Arten von Sensoren unterteilt werden. Bei der einen Art von Sensoren wird ein Bildübertragungssystem verwendet, während bei der anderen Art ein Zeilenzwischenübertragungssystem angewandt wird. Die Sensoren der ersten Art sind durch einen Aufnahmeteil für das Umsetzen von einfallendem Licht in eine Signalladung, einen Sammler für das Sammeln der Signalladung und eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung für das vertikale Übertragen der Signalladungen gebildet. Die Sensoren der letzteren Art sind durch Photodioden zum Erzeugen von Signalladungen in Abhängigkeit von der Stärke des einfallenden Lichtes, eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung für das vertikale Übertragen der Signalladungen, eine Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung für das horizontale Übertragen der aus der Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung übertragenen Signalladungen und eine Ausgabeschaltung für das Erfassen der aus der Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung übertragenen Signalladungen gebildet.

Ein herkömmlicher CCD-Festkörperbildsensor ist in Fig. 1 dargestellt. Demnach sind an einem Halbleitersubstrat Photodioden 10, nämlich Zonen zur photoelektrischen Wandlung angeordnet. Die Fig. 1 zeigt einen Teil der Bildelementzellenanordnung eines CCD-Festkörperbildsensors, bei welchem ein Zeilenzwischenübertragungssystem verwendet wird, in welchem eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung für das vertikale Übertragen von Signalladungen enthalten ist.

Gemäß Fig. 1 sind die Zonen zur photoelektroni-

schen Wandlung, nämlich die Photodioden 10 in einer Matrix angeordnet, wobei vertikal zwischen den Photodioden 10 ein Maskenmuster 11 zum Bilden eines Vertikalübertragungskanals angeordnet ist, der eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung bildet, senkrecht in bezug auf die Photodioden ein Maskenmuster 13 zum Bilden einer ersten Übertragungselektrode angeordnet ist, die die Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung bildet, und parallel zu dem Maskenmuster 13 ein Maskenmuster 14 als zweite Übertragungselektrode angeordnet ist, die die Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung bildet. Das Maskenmuster 14 überlappt teilweise das Maskenmuster 13. Zwischen den Photodioden 10 und dem Maskenmuster 15 liegt ein Übertragungskanal 12, der von dem Maskenmuster 14 überdeckt ist. Über den Übertragungskanal 12 werden die Signalladungen aus den Zonen zur photoelektrischen Wandlung durch die zweite Übertragungselektrode zu einer Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung übertragen.

Der CCD-Festkörperbildsensor, in welchem ein Zeilenzwischenübertragungssystem verwendet ist und dessen Zellenanordnungsteil schematisch in Fig. 1 dargestellt ist, arbeitet allgemein folgendermaßen:

Wenn ein Photosignal, beispielsweise sichtbares Licht auf die Photodiode 10 aufgestrahlt wird, wird in der Photodiode eine Signalladung gesammelt, die durch einen Photoneneffekt erzeugt wird, bei dem proportional zu der Stärke des einfallenden Lichtes Elektronen erzeugt werden. Während einer Bildverschiebungsperiode wird das umgesetzte und gesammelte Photosignal als elektrische Signalladung über den zwischen der Photodiode und dem durch das Maskenmuster 11 gebildeten Vertikalübertragungskanal geformten Übertragungskanal 12 zu dem Vertikalübertragungskanal übertragen. Dann werden Taktimpulse an eine Vielzahl von an dem Vertikalübertragungskanal gebildeten Übertragungselektroden angelegt, nämlich an eine durch das Maskenmuster 13 gebildete erste Übertragungselektrodengruppe und eine durch das Maskenmuster 14 gebildete zweite Übertragungselektrodengruppe. Auf diese Weise wird die Signalladung in einer Richtung eines Vertikalübertragungskanals, im allgemeinen in Richtung der Formung einer Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung transportiert und weiter zu der (nicht dargestellten) Horizontalübertragungs-Ladungsvorrichtung befördert, die an dem Ende des Vertikalübertragungskanals ausgebildet ist. Die zu der Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung beförderten Signalladungen werden aufeinanderfolgend horizontal zu einem (nicht dargestellten) Ausgabeschaltungsteil übertragen, in welchem die Signalladungen in Spannungspiegel umgesetzt und als Signal nach außen abgegeben werden.

Da in der letzten Zeit die Festkörperbildsensoren für den Einsatz in einem Camcorder oder in einem anderen handelsüblichen Heimgerät miniaturisiert und leichter gemacht wurden, wird die Photoempfindlichkeit eines Festkörperbildsensors sehr wichtig. Die Photoempfindlichkeit eines CCD-Festkörperbildsensors hängt von einem Aperturverhältnis ab, welches durch das Verhältnis eines Lichtaufnahmeteilbereichs zu einer Gesamtfläche einer Bildelementeanordnung ausgedrückt werden kann. Wenn infolge hoher Integration eine Bildelementeinheit kleiner wird, werden infolge dessen die Fläche und der Anteil der in der Bildelementeinheit angeordneten Photodiode verringert, so daß dadurch die Photoempfindlichkeit herabgesetzt ist. Außerdem wird die

Photoempfindlichkeit durch eine Farbfilterschicht (38 in Fig. 3) weiter gesenkt, die im wesentlichen für die Photoempfindlichkeit eines Festkörperbildsensors ausgebildet ist. Durch die Farbfilterschicht wird das auf eine Photodiode fallende Licht gemäß den Wellenlängen aufgelöst und selektiv auf die Photodiode aufgestrahlt. Somit wird auf die Photodiode Licht mit einer geringeren Intensität als das ursprünglich einfallende Licht aufgestrahlt.

Kürzlich wurden verschiedenerlei Verfahren zum Erhöhen der Photoempfindlichkeit vorgeschlagen. Beispielsweise wurden ein CCD-Festkörperbildsensor, bei dem eine photoleitfähige Schicht aus amorphem Silizium verwendet wird (siehe "A High-Resolution staggered Configuration CCD Imager Overlaid with an a-Si Photoconductive Layer", von N. Harada u. a., IEEE Transactions on Electron Devices, Band ED-32, Seiten 1499—1504, 1985), und ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem eine monolithische Kunstharzlinse verwendet wird (siehe "A High-Photosensitivity II-CCD Imager Sensor with Monolithic Resin Lens Array", von Y. Ishihara u. a., IEDM Technical Digest, Seiten 497—500, 1983). Bei dem ersten Sensor bestehen jedoch Probleme hinsichtlich des Bildnachzieheffektes und des Dunkelstroms, wodurch die Eigenschaften der Ladungskopplungsvorrichtung verschlechtert werden. Bei dem letzteren Verfahren besteht ein Problem darin, daß keine zufriedenstellende Empfindlichkeit erzielbar ist.

Zum Lösen der Probleme wurde in der letzten Zeit zum Verbessern der Photoempfindlichkeit eines CCD-Festkörperbildsensors im allgemeinen ein Verfahren angewandt, bei dem die Fokussierwirkung einer Mikrolinse genutzt wird.

Das Verfahren, bei dem eine Mikrolinse innerhalb des Festkörperbildsensors angeordnet ist, ist darauf gerichtet, die an einem Lichtaufnahmeteil gebündelte Lichtmenge zu erhöhen. Bei dem Verfahren wird ferner je Bildelementeinheit eine Mikrolinse derart angeordnet, daß auf den Lichtaufnahmeteil das Licht fokussiert wird, welches ansonsten andere Bereiche als den Lichtaufnahmeteil bestrahlen würde. Vergleicht man Festkörperbildsensoren mit und ohne Mikrolinse, die beide das gleiche Aperturverhältnis haben, so hat daher der Sensor mit der Mikrolinse die höherer Photoempfindlichkeit.

Im allgemeinen nimmt in einem CCD-Festkörperbildsensor, bei dem ein Zeilenzwischenübertragungssystem verwendet ist, der Lichtaufnahmeteil (10 nach Fig. 2) für das Aufnehmen eines zu erfassenden Bildes ungefähr 30% einer jeweiligen Bildelementfläche ein, während die restlichen 70% der Fläche beispielsweise durch eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung belegt sind. Ferner fällt das auf den Lichtaufnahmeteil aufgestrahlte Licht unter jedem möglichen Winkel ein und enthält paralleles Licht. Infolge dessen muß zum Erhöhen des Fokussierverhältnisses einer Mikrolinse, nämlich des Verhältnisses der Empfindlichkeit mit der Mikrolinse zu der Empfindlichkeit ohne Mikrolinse die Krümmung der Mikrolinse in einem derartigen Ausmaß gesteuert werden, daß das auf ein jeweiliges Bildelement aufgestrahlte Licht, nämlich das auf den Lichtaufnahmeteil sowie auch auf die anderen, das Licht nicht aufnehmenden Teile aufgestrahlte Licht am besten auf dem Lichtaufnahmeteil fokussiert wird.

Als Mikrolinsen werden Linsen in Form einer rechteckigen Kuppel, eines Halbzylinders und einer Halbkugel vorgeschlagen. Die Linse in Form einer rechteckigen Kuppel hat hervorragende Fokussierwirkung und ist die am meisten verbreitet eingesetzte (siehe "Submi-

corn-spaced Lens Array Process Technology for a High Photosensitivity CCD Image Sensor", von Yoshikazu Sano u. a. IEDM Technical Digest, Seiten 283—286, 1990).

- 5 Fig. 2 zeigt eine Anordnung von rechteckigen kuppförmigen Mikrolinsen, die auf der oberen Schicht der Bildelementanordnung nach Fig. 1 ausgebildet sind. Um die Photodioden zentriert ist als Matrix ein Maskenmuster 15 für das Bilden der Mikrolinsen angeordnet.
- 10 Fig. 3 ist eine Ansicht eines Schnittes entlang einer Linie III-III in Fig. 2 und zeigt einen CCD-Festkörperbildsensor mit den Mikrolinsen.
- 15 Der Festkörperbildsensor enthält ein N-Halbleitersubstrat 27, eine an dem N-Halbleitersubstrat ausgebildete P-Senke 28, Photodioden 30, die das einfallende Licht in ein Ladungssignal umsetzen und dieses sammeln und die in der P-Senke derart ausgebildet sind, daß sie in Bildelementeinheiten eingegrenzt sind, N-Vertikalübertragungskanäle 31 einer Vertikalübertragungs-20 Ladungskopplungsvorrichtung für das Aufnehmen der in den Photodioden gesammelten Signalladungen und das Übertragen der Signalladungen zu der (nicht dargestellten) Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung, Übertragungskanäle 32, die jeweils die in den Photodioden gesammelten Signalladungen an den Vertikalübertragungskanal abgeben und die jeweils zwischen der Photodiode 30 und dem Vertikalübertragungskanal 31 ausgebildet sind, Kanalsperrsichten 29, die die Bildelementeinheiten voneinander isolieren, erste (nicht gezeigte) Übertragungselektroden und zweite Übertragungselektroden 34, die mittels der Maskenmuster 13 und 14 geformt werden und an die Taktimpulse für das Befördern der zu den Vertikalübertragungs-30 kanälen übertragenen Signalladungen zu der Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung angelegt werden, einen Lichtabschirmungsfilm 37, der über den ganzen Bereich der Bildelementanordnung mit Ausnahme der Lichtaufnahmeteile ausgebildet ist, eine Farbfilterschicht 38, die selektiv das einfallende Licht entsprechende Wellenlänge durchläßt, um ein Farbsignal zu erfassen, und die an den jeweiligen Lichtaufnahmeteilen ausgebildet ist, eine erste und eine zweite Planierschicht 39a und 39b, die jeweils unter bzw. oberhalb der Farbfilterschicht ausgebildet sind, und Mikrolinsen 35, die mittels des Maskenmusters 15 auf der zweiten Planierschicht um den jeweiligen Lichtaufnahmeteil, nämlich die jeweilige Photodiode zentriert derart ausgebildet sind, daß das einfallende Licht auf dem Lichtaufnahmeteil fokussiert wird.
- 35 40 45 50 Die Mikrolinsen 35 sind dabei rechteckige kuppförmige asphärische Linsen. In der Mitte der Linse bildet der Krümmungsradius ein leichtes Gefälle und ist daher groß, während der Krümmungsradius um den Rand der Linse herum einen steilen Abhang bildet und daher klein ist. Das heißt, der Krümmungsradius einer jeweiligen Linse ändert sich entsprechend den Linsenteilabschnitten. Somit ist die Brennweite der Rechtecklinse nicht konstant, sondern ändert sich mit dem erwünschten Blickwinkel.
- 60 Fig. 4 zeigt eine nutzbare Fokussierfläche der rechteckigen kuppförmigen Mikrolinseneinheit 35. Ein Schnitt A zeigt den Schnitt durch die Mikrolinseneinheit 35 in einer Richtung A, in welcher die Photodiode 30 schmal ist, ein Schnitt B zeigt einen Schnitt durch die Mikrolinse 35 in einer Richtung B, in der die Breite der Photodiode 30 groß ist, und ein Schnitt C zeigt einen Schnitt durch die Mikrolinse 35 in einer Richtung C, die in bezug auf die Mikrolinse 35 diagonal verläuft. Der
- 65

Linsenkrümmungsradius ändert sich entsprechend der Richtung. Die Lichtabschirmschicht 37 und die Mikrolinse 35 sind zum schematischen Vergleich der nutzbaren Fokussierflächen in einer jeweiligen Richtung in der gleichen Ebene dargestellt.

Die Hauptfaktoren, die das Fokussierverhältnis einer Mikrolinse bestimmen, sind die Dicke und die Breite (der Krümmungsradius) der Mikrolinse, das die Linse bildende Material, der Reflexionsfaktor und die Dicke der Farbfilterschicht, die Fläche der Photodiode, die Dicke des Lichtabschirmfilms und die Fläche einer Bildelementeinheit. Von diesen Faktoren ist der Krümmungsradius der wichtigste Faktor für das Bestimmen des Fokussierverhältnisses der Mikrolinse. Infolge dessen ist die Darstellung in Fig. 4 auf den Krümmungsra- dius der Mikrolinse gerichtet.

Im allgemeinen werden die Mikrolinsen aus einem Material geformt, das Photoresist-Eigenschaften hat. Dieses Material wird belichtet und entwickelt, um ein Muster mit einem Profil zu formen, wobei der Rand des Musters durch einen Wärmeschmelzprozeß aufgeweicht wird. Auf diese Weise wird eine Linse mit brauchbarem Profil und brauchbarer Krümmung geformt. Hierbei ist es wichtig, den Krümmungsradius der Mikrolinse richtig einzustellen, um alles auf die Mikrolinse fallende Licht auf dem Lichtaufnahmeteil, nämlich der Photodiode zu fokussieren, aber sogar noch wichtiger ist der Krümmungsradius an dem das Licht nicht aufnehmenden Teil.

Der Krümmungsradius an dem Lichtaufnahmeteil ist zufriedenstellend, wenn damit das einfallende Licht auf dem Lichtaufnahmeteil fokussiert werden kann, jedoch muß mit dem Radius an dem das Licht nicht aufnehmenden Teil auf wirkungsvolle Weise das Licht, das ansonsten auf die das Licht nicht aufnehmenden Flächen fallen würde, auf den Lichtaufnahmeteil fokussiert werden. Das heißt, der Krümmungsradius der Mikrolinse ist derart zu gestalten, daß das auf irgendeinen Teil der Mikrolinse fallende Licht wirkungsvoll auf den Lichtaufnahmeteil fokussiert werden kann. Dies wird unter Berücksichtigung des Abstandes zwischen der Mikrolinse und der Photodiode und des Abstandes zwischen dem Lichtaufnahmeteil und dem das Licht nicht aufnehmenden Teil bewerkstelligt.

Wenn die in Fig. 4 dargestellte rechteckige kuppelförmige Mikrolinse 35 tatsächlich geformt wird, wird der Krümmungsradius der Mikrolinse allgemein gemäß dem Schnitt A bestimmt, in welchem der Anteil des Bereichs außerhalb des Lichtaufnahmebereichs hoch ist. Das heißt, für den Schnitt A wird der Krümmungsradius derart gebildet, daß das maximale Fokussierverhältnis der Linse erreicht werden kann, nämlich in einem Ausmaß, bei dem alles auf den Rand des Bereichs außerhalb des Lichtaufnahmebereichs fallende Licht auf dem Lichtaufnahmebereich selbst fokussiert werden kann. Da im Falle des Schnittes B der Abstand zwischen dem Lichtaufnahmebereich und dem Bereich außerhalb des Lichtaufnahmebereichs kürzer als im Falle des Schnittes A ist, ist natürlich durch den für den Schnitt A bestimmten Krümmungsradius der Mikrolinse dem Fokussier- verhältnis der Mikrolinse genügt.

Im Falle des Schnittes C ist jedoch der Abstand zwischen dem Lichtaufnahmebereich und dem Bereich außerhalb des Lichtaufnahmebereichs größer als bei dem Schnitt A. Dies bedeutet, daß bei dem Verwenden der Mikrolinse mit den gemäß dem Schnitt A bestimmten Krümmungsradius das auf den Bereich außerhalb des Lichtaufnahmebereichs aufgestrahlte Licht nicht wir-

kungsvoll auf den Lichtaufnahmebereich fokussiert werden kann. Das heißt, das Fokussierverhältnis der Mikrolinse ist bei dem Schnitt C geringer als bei dem Schnitt A oder B.

Fig. 5 zeigt eine effektive Fokussierfläche der recht-eckigen kuppelförmigen Mikrolinse.

Gemäß der Erläuterung anhand der Fig. 4 ist das Fokussierverhältnis bei dem Schnitt C der Mikrolinse stark verringert, da das auf den Rand des Schnittes C aufge-strahlte Licht bei der Verwendung der Mikrolinse, de-ren Krümmungsradius gemäß dem Schnitt A bestimmt ist, nicht wirkungsvoll an dem Lichtaufnahmeteil fokus-siert werden kann. Daher ist eine tatsächlich nutzbare Fokussierfläche 20 elliptisch.

Wenn der CCD-Festkörperbildsensor höher integriert wird, wird das Breite-/Längeverhältnis einer Bild-elementeinheit allmählich geringer. Beispielsweise be-trägt das Breite/Längeverhältnis einer Bildelementeinheit in einem quadratischen CCD-Festkörperbildsensor mit 8,5 mm Seitenlänge und 250 000 Bildelementen unge-fähr 1,28 (9,6 µm zu 7,5 µm). Falls jedoch der CCD-Festkörperbildsensor 25,4 mm im Quadrat mit 2 000 000 Bildelementen groß ist, beträgt das Breite/Länge-Ver-hältnis einer Bildelementeinheit ungefähr 0,96 (7,3 µm zu 7,6 µm), so daß die Bildelemente annähernd quadra-tisch werden.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung nutzbarer Fokussierflächen von Mikrolinsen, die auf der herkömmlichen Bild-elementeanordnung ausgebildet sind.

Wenn an den in einer Matrix angeordneten Photodi-othen nach Fig. 1 die rechteckigen kuppelförmigen Mi-krolinsen angebracht sind, sind die nahezu runden nutz-baren Fokussierflächen der Mikrolinsen in Form einer einfachen zweidimensionalen Matrix angeordnet.

Falls jedoch gemäß Fig. 6 die nutzbare Fokussierflä- che der auf einem jeweiligen Bildelement geformten Mikrolinse als ein Kreis mit einem Radius r angenom-men wird, ist theoretisch der Anteil der nutzbaren Fokussierfläche je Bildelement 78,5%. Infolge dessen geht das den restlichen 21,5% entsprechende einfallende Licht der Zelleneinheit verloren, ohne fokussiert zu werden. Somit ist das Fokussierverhältnis der Mikrolin-se verringert, so daß die Photoempfindlichkeit des Fest-körperbildsensors verschlechtert ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen La-dungskopplungs-Festkörperbildsensor zu schaffen, des-sen Photoempfindlichkeit durch Erweitern der nutzba-ren Fokussierfläche je Bildelement erhöht ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Ladungskopplungs-Festkörperbildsensor geschaffen, der eine Bildelementeanordnung, in der die Bildelemen-te in einer ersten und zweiten Spalte wiederholt gegen-einander versetzt aufgereiht sind, und jeweils direkt über dem Lichtaufnahmebereich eines jeweiligen Bild-elementes geformte Fokussiervorrichtungen zum Erhö-hen der Photoempfindlichkeit der jeweiligen Bildele-mente aufweist.

Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Lichtaufnah-mebereich ein Viereck und die Fokussiervorrichtung ist eine viereckige kuppelförmige Mikrolinse. Außerdem ist zwischen der ersten und der zweiten Spalte jeweils eine Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrich-tung ausgebildet, welche die in den Lichtaufnahmебe-reichen gesammelten Signalladungen aufnimmt und überträgt, während an einem Ende der Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen eine Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung ausge-bildet ist, die die durch die Vertikalübertragungs-La-

dungskopplungsvorrichtungen vertikal übertragenen Signalladungen aufnimmt und horizontal überträgt.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Lichtaufnahmebereich ein Polygon mit mindestens sechs Seiten, während die Fokussivvorrichtung eine Mikrolinse ist, die die Form eines Polygons mit mindestens sechs Seiten hat, nämlich nahezu kreisförmig ist. Außerdem ist jeweils zwischen der ersten und der zweiten Spalte eine Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung ausgebildet, die die in den Lichtaufnahmebereichen gesammelten Signalladungen aufnimmt und vertikal überträgt, während an den Enden der Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen eine Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung ausgebildet ist, die die durch die Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen vertikal übertragenen Signalladungen aufnimmt und horizontal überträgt. Die Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen sind hierbei zickzackförmig.

Auf diese Weise kann an einer Bildelementeanordnung, die die gleiche Fläche wie die herkömmliche Anordnung einnimmt, eine größere nutzbare Fokussierfläche erzielt werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Anordnung von Bildelementen eines herkömmlichen Ladungskopplungs-Festkörperbildsensors.

Fig. 2 zeigt eine Anordnung, bei der auf die Bildelementeanordnung nach **Fig. 1** ein Maskenmuster für das Formen von rechteckigen Mikrolinsen aufgebracht ist.

Fig. 3 ist eine Ansicht eines Schnittes entlang einer Linie III-III in **Fig. 2**.

Fig. 4 zeigt eine nutzbare Fokussierfläche einer Einheit mit der rechteckigen Mikrolinse.

Fig. 5 zeigt eine nutzbare Fokussierfläche einer rechteckigen Mikrolinse.

Fig. 6 ist eine schematische Darstellung einer Anordnung von nutzbaren Fokussierflächen der Mikrolinsen, welche auf der Bildelementeanordnung ausgebildet sind, die nach dem herkömmlichen Verfahren gestaltet ist.

Fig. 7 ist eine schematische Ansicht einer Anordnung von nutzbaren Fokussierflächen von Mikrolinsen, die auf einer Bildelementeanordnung ausgebildet sind, welche erfundengemäß gestaltet ist.

Fig. 8 zeigt eine Bildelementeanordnung eines Ladungskopplungs-Festkörperbildsensors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung.

Fig. 9 zeigt eine Anordnung, bei der auf die Bildelementeanordnung nach **Fig. 8** ein Maskenmuster zum Formen von Mikrolinsen aufgebracht ist.

Fig. 10 zeigt eine Bildelementeanordnung eines Ladungskopplungs-Festkörperbildsensors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 11 zeigt eine Anordnung, bei der auf die Bildelementeanordnung nach **Fig. 10** ein Maskenmuster zum Formen von Mikrolinsen aufgebracht ist.

Die **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht, die nur die nutzbaren Fokussierflächen von Mikrolinsen, nämlich Fokussivvorrichtungen zeigt, welche jeweils auf Bildelementen geformt sind, die gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung angeordnet sind.

Gemäß **Fig. 7** sind die nutzbaren Fokussierflächen, die jeweils in einer ersten und einer zweiten Spalte aufgereiht sind, derart verschoben, daß sie gegeneinander versetzt sind, wodurch die gesamte nutzbare Fokussier-

fläche vergleichsweise eine Wabenanordnung ist. Nimmt man an, daß die nutzbare Fokussierfläche einer auf einem jeweiligen Bildelement ausgebildeten Mikrolinse ein Kreis mit einem Radius r ist, so beträgt der theoretische Anteil der nutzbaren Fokussierfläche je Bildelement 90,6%. Dies zeigt, daß das Fokussieverhältnis im Vergleich zu dem theoretisch 78,5% betragenden Anteil der nutzbaren Fokussierfläche bei dem in **Fig. 6** dargestellten herkömmlichen Aufbau außerordentlich verbessert ist.

Ein erfundengemäßer Ladungskopplungs- bzw. CCD-Festkörperbildsensor ist folgendermaßen verbessert:

Erstens kann dann, wenn eine Bildelementeanordnungsfläche und eine nutzbare Fokussierfläche vorgegeben sind, die Integration von Mikrolinsen gegenüber derjenigen bei dem herkömmlichen Verfahren nach **Fig. 6** erhöht werden. Infolge dessen kann selbst dann eine hohe Photoempfindlichkeit beibehalten werden, wenn die Integration der Bildelemente erhöht wird.

Zweitens kann dann, wenn die Bildelementeintegration konstant ist, die nutzbare Fokussierfläche je Bildelement gegenüber derjenigen bei dem herkömmlichen Verfahren vergrößert werden. Infolge dessen kann die Photoempfindlichkeit des Festkörperbildsensors erhöht werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden ausführlicher unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben, in der durchgehend gleiche Komponenten wie die in **Fig. 1** gezeigten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

Erstes Ausführungsbeispiel

Die **Fig. 8** zeigt eine Anordnung von Bildelementen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Photodioden 10, die in gleichmäßigen Abständen in einer ersten Spalte aufgereiht sind, und Photodioden 10, die in gleichmäßigen Abständen in einer zweiten Spalte aufgereiht sind, sind gegeneinander um ungefähr einen halben Teilungsabstand versetzt. Somit sind alle Photodioden 10 in einer Bildelementeanordnung alle etwa wabenförmig angeordnet.

Auf diese Weise sind die wabenförmigen Photodioden 10 in ersten und zweiten Spalten aufgereiht, welche auf wiederholte Weise über die ganze Bildelementeanordnung hinweg gebildet sind. Außerdem ist jeweils zwischen der ersten und der zweiten Spalte ein Maskenmuster 11 zum Bilden eines Vertikaliübertragungskanals angeordnet, der eine Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung bildet. Über dem Maskenmuster 11 sind wiederholt Maskenmuster 13 und 14 zum Bilden von ersten und zweiten Übertragungselektroden aufgebracht, an die Impulssignale für das Übertragen der zu einer Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung übertragenen Signalladungen zu einer Horizontalübertragungsladung-Ladungskopplungsvorrichtung angelegt werden. In **Fig. 8** stellt eine strichlierte Fläche zwischen der Photodiode 10 und dem Vertikaliübertragungskanal 11 einen Übertragungskanal 12 für die Übergabe der Signalladungen aus der Photodiode zu der Vertikaliübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung dar.

Die grundlegende Funktion des in **Fig. 8** gezeigten CCD-Festkörperbildsensors ist wie die des Sensors nach **Fig. 1**, obgleich die Anordnung der Photodioden 10 und der Maskenmuster 13 und 14 für das Bilden der ersten und der zweiten Übertragungselektrode davon

verschieden ist.

Die Fig. 9 zeigt eine Anordnung, bei der auf die jeweiligen Bildelemente nach Fig. 8 ein Maskenmuster 15 zum Formen einer Mikrolinse aufgebracht ist. Das heißt, die Maskenmuster 15 sind jeweils derart angeordnet, daß auf eine jeweilige Photodiode 10 zentriert eine rechteckige oder quadratische Mikrolinse gebildet werden kann.

Wenn mittels des in Fig. 9 gezeigten Maskenmusters an jedem Bildelement des Festkörperbildsensors eine Mikrolinse geformt wird, zeigen die nutzbaren Fokussierflächen der Mikrolinsen die gleiche Anordnung wie gemäß Fig. 7. Dabei ist dann, wenn in Fig. 6 und 7 die Breite in der Querrichtung die gleiche ist, die Linse nach Fig. 7 größer als diejenige nach Fig. 6.

Infolge dessen haben bei der Linsenanordnung gemäß der Darstellung in Fig. 7 die durch Anwenden der Maskenmuster nach Fig. 9 geformten Mikrolinsen jeweils eine größere nutzbare Fokussierfläche. Daher ist der Anteil der nutzbaren Fokussierfläche je Bildelement gegenüber demjenigen bei dem Stand der Technik mit den in Fig. 6 dargestellten nutzbaren Fokussierflächen erhöht.

Auf diese Weise ist das Fokussierverhältnis der Mikrolinsen erhöht, was eine Verbesserung der Photoempfindlichkeit des Festkörperbildsensors ergibt.

Zweites Ausführungsbeispiel

Die Fig. 10 zeigt die Anordnung von Bildelementen, die gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung angeordnet sind, und die Fig. 11 zeigt eine Anordnung, bei der auf jedes in Fig. 10 dargestellte Bildelement ein Maskenmuster 15 zum Formen einer Mikrolinse aufgebracht ist.

Gemäß Fig. 10 und 11 sind die Photodioden 10 wie gemäß Fig. 8 wabenförmig angeordnet, so daß dementsprechend die Maskenmuster 15 für das Formen der Mikrolinsen gemäß der Darstellung in Fig. 9 angeordnet sind.

Von dem ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich das zweite Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Photodioden 10 sechseckig gestaltet sind und demzufolge auch die Maskenmuster 11 für das Bilden der Vertikalübertragungskanäle zickzackförmig sind, welche die Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen bilden.

Auf diese Weise kann erstens das Verringern des Fokussierwirkungsgrades, das bei einer rechteckigen Mikrolinse in diagonaler Richtung auftritt, auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden. Zweitens wird bei gesteigerter Integration das Muster von Grund auf zu einem Sechseck, nämlich nahezu kreisförmig ausgebildet, um Fehler auf ein Mindestmaß herabzusetzen, welche durch die Erscheinung entstehen, daß der Rand des feinen Musters ungleichmäßig geformt wird. Demgemäß können verschiedenerlei Fehler verringert werden, die durch das ungleichmäßig geformte feine Muster verursacht sind.

Gemäß der vorstehenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele werden die Photodioden erfindungsgemäß wabenförmig angeordnet, wodurch die Photoempfindlichkeit des Festkörperbildsensors erhöht wird.

Ein Festkörperbildsensor, dessen Photoempfindlichkeit durch Ändern der Anordnungen von Flächen photoelektrischer Wandler und von entsprechenden Mikrolinsen verbessert ist, enthält eine Bildelementeanordnung, in der Bildelemente in einer ersten und einer zweiten Spalte wiederholt gegeneinander versetzt aufgereiht sind, und Fokussivvorrichtungen, die jeweils direkt über dem Lichtaufnahmebereich eines jeweiligen Bildelementes geformt sind, um die Photoempfindlichkeit des jeweiligen Bildelementes zu erhöhen, wobei dadurch das auf die das Licht nicht aufnehmenden Bereiche fallende Licht auf den Lichtaufnahmebereich fokussiert und damit die Photoempfindlichkeit außerordentlich erhöht wird.

Patentansprüche

1. Ladungskopplungs-Festkörperbildsensor, gekennzeichnet durch
eine Bildelementeanordnung, in der Bildelemente in jeweils einer ersten und einer zweiten Spalte wiederholt gegeneinander versetzt aufgereiht sind, und
Fokussivvorrichtungen (15), die jeweils direkt über dem Lichtaufnahmebereich (10) eines jeweiligen Bildelementes ausgebildet sind, um die Photoempfindlichkeit des jeweiligen Bildelementes zu erhöhen.
2. Festkörperbildsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtaufnahmebereich (10) viereckig ist.
3. Festkörperbildsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussivvorrichtung (15) jeweils eine viereckige kuppelförmige Mikrolinse ist.
4. Festkörperbildsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtaufnahmebereich (10) jeweils die Form eines Polygons mit mindestens sechs Seiten hat.
5. Festkörperbildsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussivvorrichtung (15) jeweils eine Mikrolinse in Form eines Polygons mit mindestens sechs Seiten ist.
6. Festkörperbildsensor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch jeweils zwischen den ersten und den zweiten Spalten ausgebildete Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen (11), die jeweils in den Lichtaufnahmebereichen (10) gesammelte Signalladungen zu deren vertikaler Übertragung aufnehmen, und eine an einem Ende der Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen (11) Horizontalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtung, welche die durch die Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen vertikal übertragenen Signalladungen zu deren horizontaler Übertragung aufnimmt.
7. Festkörperbildsensor nach Anspruch 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertikalübertragungs-Ladungskopplungsvorrichtungen (11) jeweils zickzackförmig gestaltet sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

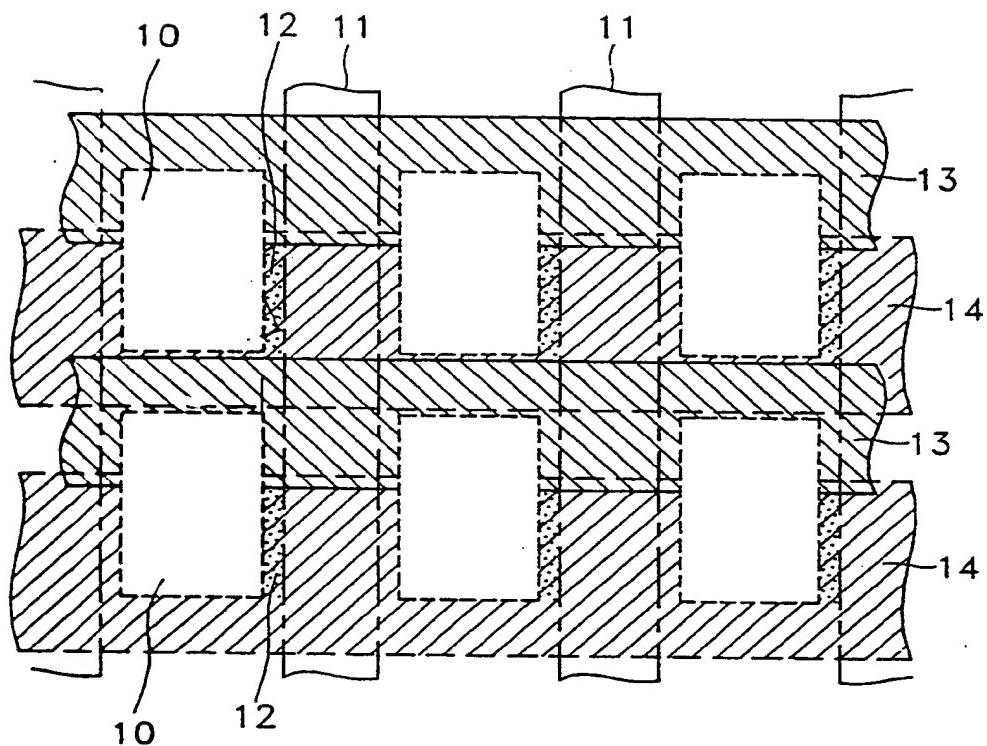
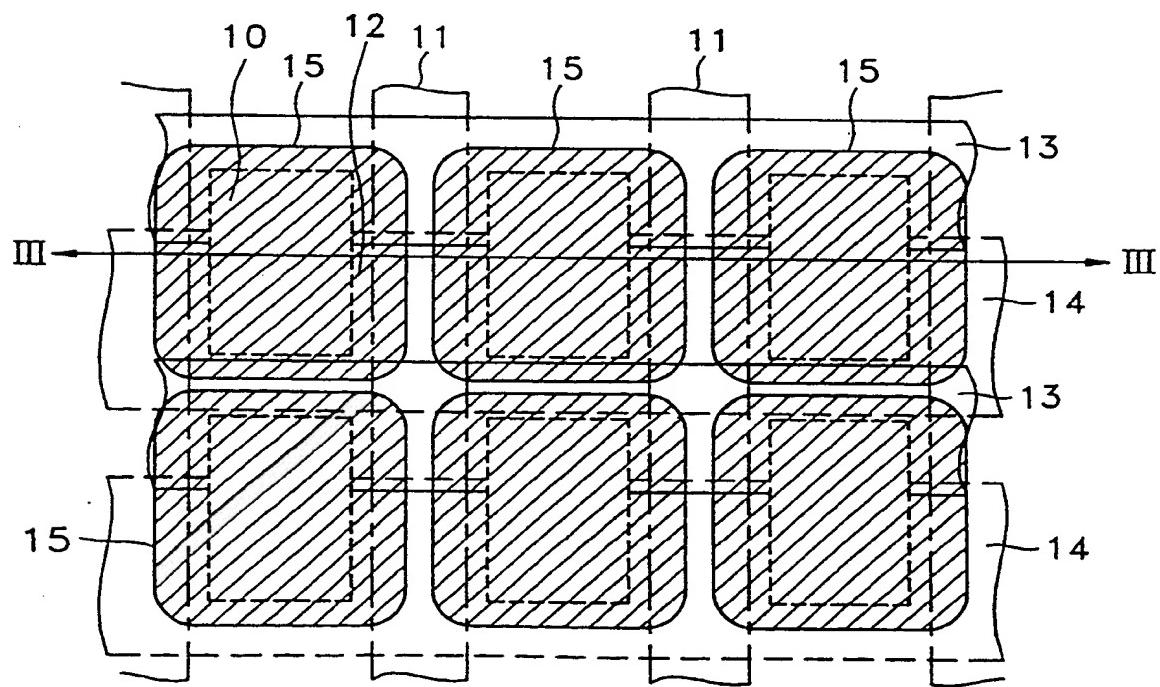


FIG. 2



408 062/852

FIG. 3

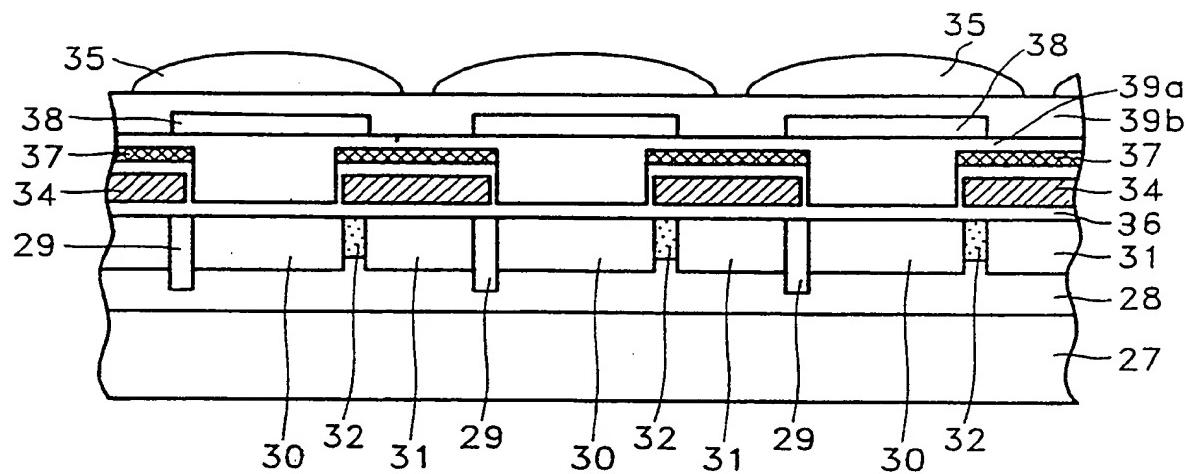
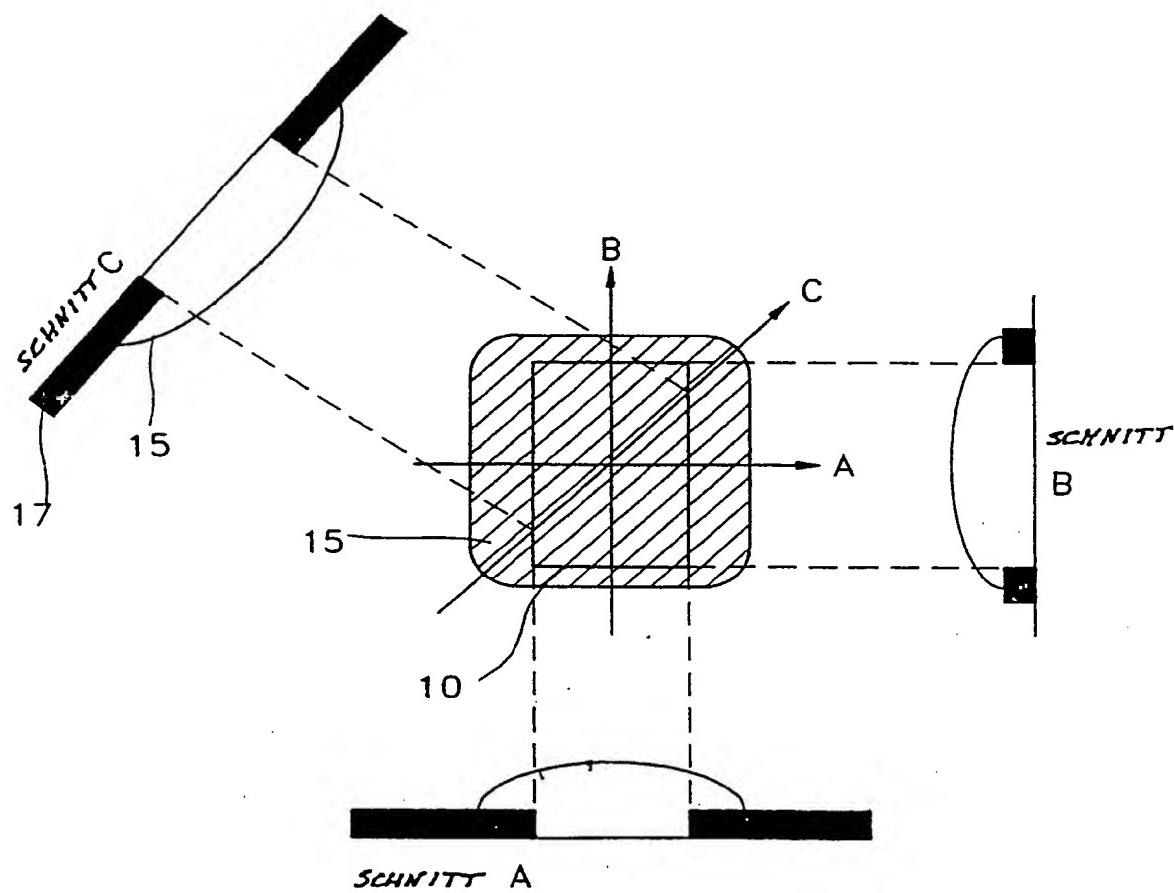


FIG. 4



408 062/852

FIG. 5

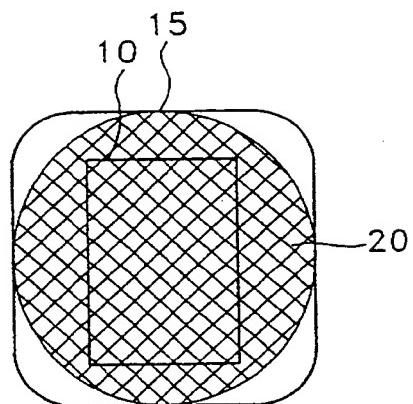


FIG. 6

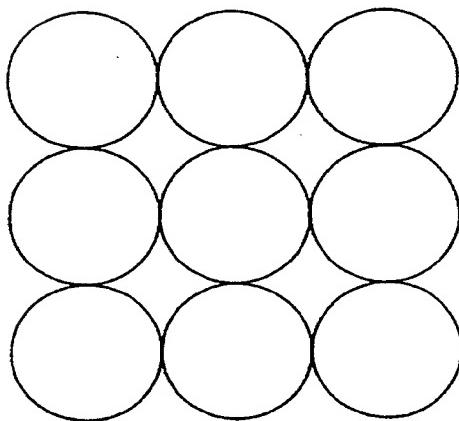
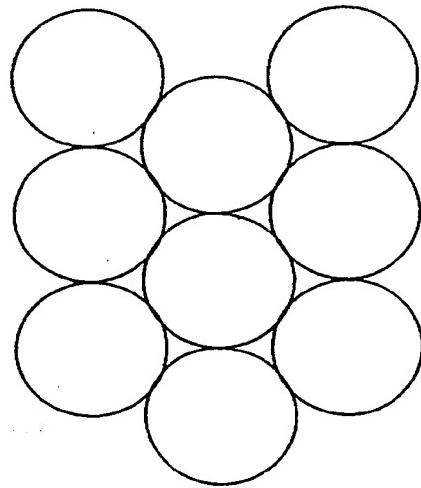


FIG. 7



408 062/852

FIG. 8

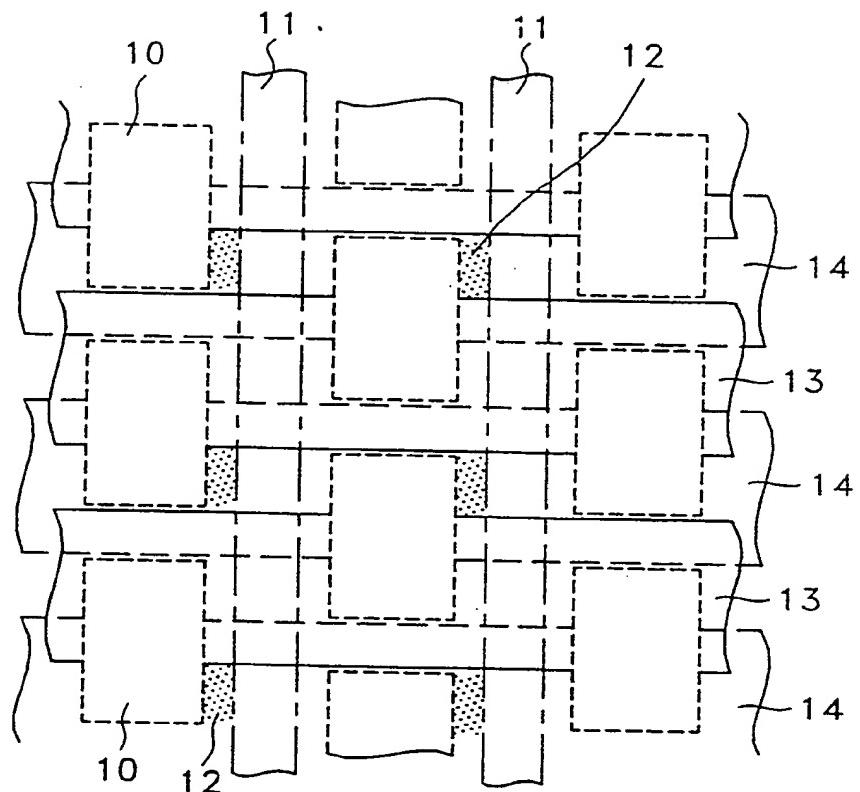
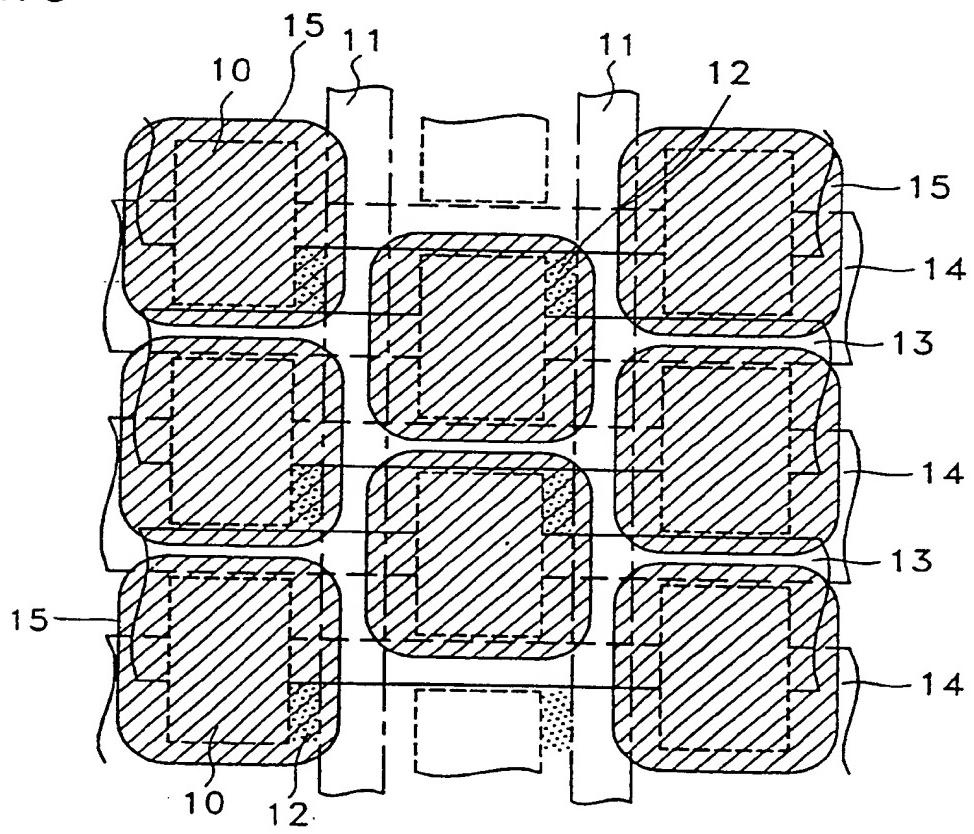


FIG. 9



408 062/852

FIG. 10

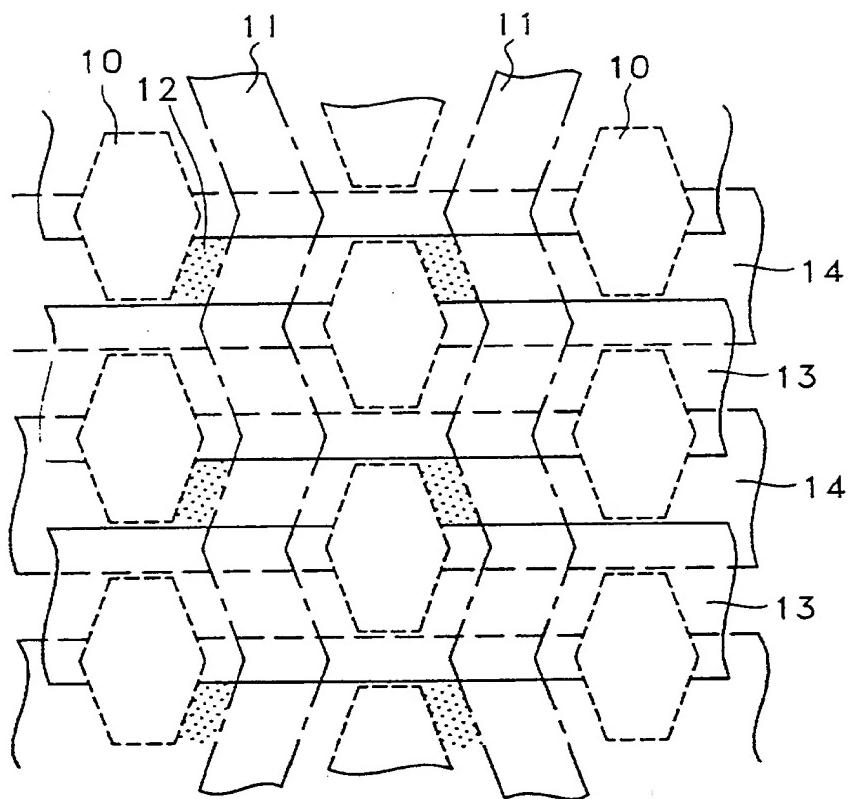
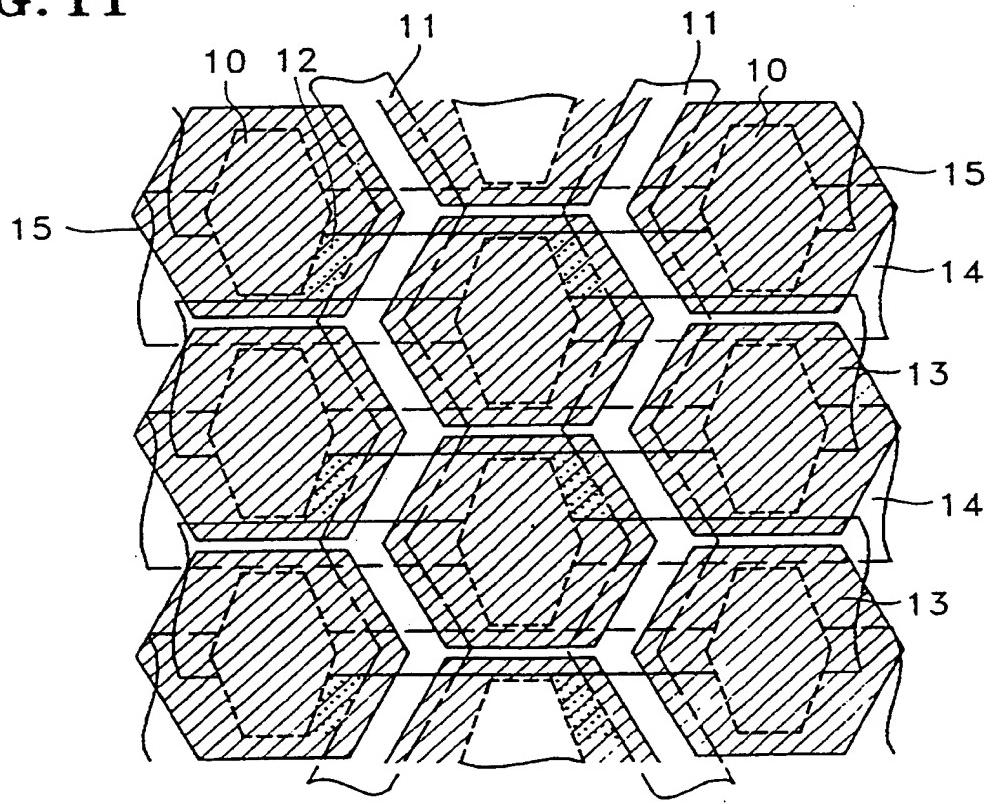


FIG. 11



408 062/852